

# Sintesis $(\text{Ba}_{0,5}\text{Ca}_{0,5})(\text{Zr}_{0,5}\text{Ti}_{0,5})\text{O}_3$ Dengan Metode Reaksi Padat

N. Hikmah, dan S. Suasmo

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

e-mail: suasmo@physics.its.ac.id

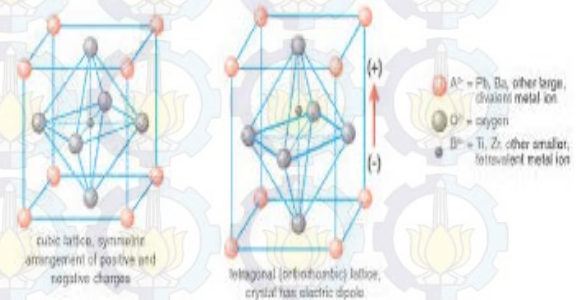
**Abstrak**—Sintesis material piezoelektrik dengan bebas timbal  $x\text{KNN}-(1-x)\text{BCZT}$  dengan metode reaksi padat telah dilakukan dari bahan karbonat masing-masing unsur sebagai raw material. Sintesis dilakukan untuk mendapatkan material pengganti PZT yang ramah lingkungan. KNN terbentuk pada temperatur kalsinasi  $700^\circ\text{C}$ , didukung dengan data XRD. BCZT terbentuk pada temperatur kalsinasi  $1200^\circ\text{C}$  dengan Ba dan Ca menempati kation A, sedangkan Zr dan Ti menempati kation B pada perovskite. Material  $x\text{KNN}-(1-x)\text{BCZT}$  terbentuk dengan nilai  $x=80\%$  mol. Dilakukan rekalsinasi pada  $1250^\circ\text{C}$  selama 1 jam  $0,8\text{KNN}-0,2\text{BCZT}$  agar terbentuk pola difraksi KNN-BCZT yang single phase. Kation A pada  $\text{ABO}_3$  ditempati oleh K, Na, Ba dan Ca. Kation B ditempati oleh Nb, Zr dan Ti.

**Kata Kunci**—piezoelektrik, perovskite, XRD, rekalsinasi

## I. PENDAHULUAN

DEWASA ini kemajuan teknologi semakin berkembang pesat. Salah satunya adalah material dielektrik keramik yang mempunyai sifat pezoelektrik. Dimana material tersebut merupakan material yang sering digunakan dalam aplikasi elektronik seperti *tanducer*, sensor dan aktuator. Material yang telah dikenal baik mempunyai sifat-sifat tersebut adalah  $\text{PbZrTiO}_3$  (PZT). Namun penggunaan bahan ini sangat perlu diwaspadai karena sifat beracun yang dimiliki oleh timbal oksida. Oleh karena itu dilakukan berbagai penelitian untuk menggantikan bahan timbal tersebut dengan material yang lebih ramah lingkungan, namun tetap mempunyai performa yang baik seperti pada PZT.

Kristal *piezoelektrik* adalah bahan yang dapat terpolarisasi elektrik atau polarisasinya dapat berubah ketika diberikan stress [1]. Bentuk Piezoelektrik memberikan kenyataan bahwa bilamana kristal diberikan regangan maka akan menghasilkan medan listrik di dalam zat. Pengaruh baliknya adalah pemakaian medan mengakibatkan adanya regangan. Bahan piezoelektrik adalah bahan dengan struktur *perovskite*. Rumus utamanya adalah  $\text{ABO}_3$ .



Gambar 1. Struktur Kristal  $\text{ABO}_3$   
(Sumber: <http://www.google.co.id>)

$\text{BaTiO}_3$  adalah salah satu bahan yang paling banyak diteliti sebagai bahan piezoelektrik bebas timbal[2].  $(\text{BaCa})(\text{ZrTi})\text{O}_3$  atau bahan yang kerap disebut sebagai BCZT telah diketahui sebagai bahan kandidat pengganti PZT. Penambahan Ca pada Ba dalam BZT ( $\text{BaZrTiO}_3$ ) menjadi BCZT ( $\text{BaCaZrTiO}_3$ ) dimaksudkan untuk membentuk struktur yang lebih baik dan sifat listrik yang lebih cocok untuk aplikasi khusus. Penelitian yang dilakukan oleh W. Li et. al, yang membuat  $(\text{Ba}_{1-x}\text{Ca}_x)(\text{Zr}_{0,9}\text{Ti}_{0,1})\text{O}_3$  dengan metode reaksi padat menunjukkan adanya transisi dari rombohedral-ortorombik saat  $0,14 < x < 0,18$ . Dan saat  $x = 0,16$ ,  $d_{33} = 328$  pC/N.

Dalam tulisan ini akan dibahas tentang pembuatan  $(\text{Ba}_{0,5}\text{Ca}_{0,5})(\text{Zr}_{0,5}\text{Ti}_{0,5})\text{O}_3$  dengan menggunakan metode reaksi padat

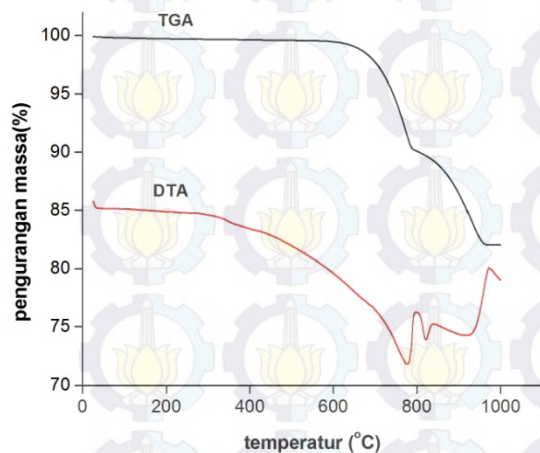


## II. METODE PENELITIAN

BCZT ( $\text{BaCaZrTiO}_3$ ) dibuat dari bahan karbonatnya, yaitu ( $\text{BaCO}_3$ ,  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{ZrO}_2$  dan  $\text{TiO}_2$ ). Pencampuran bahan-bahan tersebut dilakukan dengan *Planetary Milling* yang dilengkapi dengan *zirconia balls* dalam alkohol 99% selama 1 jam. Kemudian dikeringkan dengan menggunakan *evaporator rotatif* untuk mendapatkan serbuknya namun dengan tetap menjaga kehomogenan campuran.

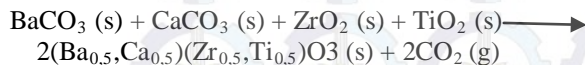
Kemudian dianalisis termal DTA-DTA untuk mengetahui tempertaur kalsinasinya dan XRD. Analisis kualitatif pola difraksi sinar-X dilakukan dengan software Match!, sedangkan analisis kuantitatif dilakukan dengan menggunakan softwarare Rietica.

## III. HASIL DAN DISKUSI



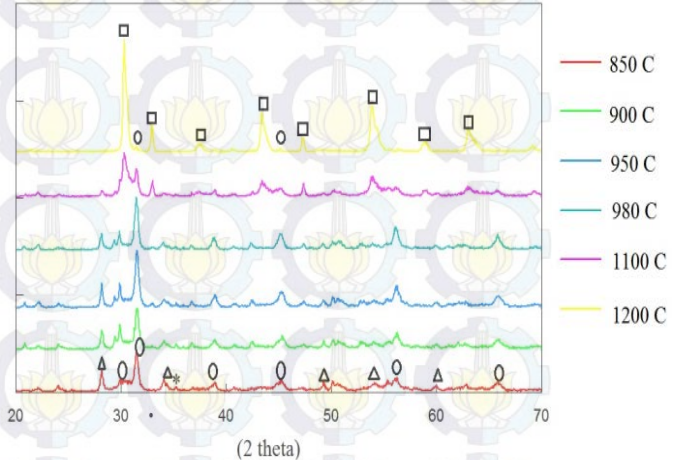
**Gambar 2. Hasil Analisa Termal (TGA-DTA) Bubuk BCZT**

Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa terdapat penurunan massa pada temperatur sekitar 700-800°C dan 800-950°C yang disertai dengan adanya reaksi endotermik. Dapat dilihat pula terjadi reaksi eksotermik pada temperatur di atas 950°C. Dari grafik TGA, dapat dilihat bahwa pengurangan massa yang terjadi kurang lebih sebesar 16,706% sebanding dengan hilangnya  $\text{CO}_2$  kurang lebih sebesar 17,58% pada persamaan reaksi:



Fenomena endotermik pada saat temperatur 700°C sampai 800°C dimungkinkan terjadi karena adanya penguraan  $\text{CaCO}_3$  menjadi  $\text{CaO}$  dan  $\text{CO}_2$ , sedangkan fenomena endotermik pada temperatur 800°C hingga 950°C terjadi karena adanya pelepasan  $\text{CO}_2$  ke udara. Reaksi eksotermik yang terjadi pada temperatur di atas 950°C tersebut dimungkinkan karena reaksi pembentukan kristal yang belum selesai. Sehingga terjadi pengurangan massa pada temperatur-temperatur tersebut. Oleh karena fenomena-fenomena yang terjadi tersebut, maka dilakukan kalsinasi pada temperatur 850°C, 900°C, 950°C, 980°C, 1100°C dan 1200°C.

Selanjutnya, dari bubuk-bubuk yang telah dikalsinasi tersebut dilakukan karakterisasi dengan sinar-X untuk mengetahui temperatur kalsinasi yang optimal.



**Gambar 3. Perbandingan Pola Difraksi Bubuk BCZT pada Temperatur 850, 900, 950, 980, 1100 dan 1200°C**

Dengan:  $\square$  adalah  $\text{BaCaZrTiO}_3$   
 $\circ$  adalah  $\text{BaTiO}_3$  atau  $\text{CaTiO}_3$   
 $\Delta$  adalah  $\text{ZrO}_2$   
 $*$  adalah  $\text{CaO}$

Pada pola difraksi sinar-X dengan temperatur kalsinasi 1200°C terbentuk pola yang lebih baik daripada temperatur lainnya, dalam arti mempunyai fasa impuritas yang lebih sedikit daripada bubuk campuran yang dikalsinasi pada temperatur 850, 900, 950 dan 1100°C. Diketahui bahwa fasa yang terbentuk pada bubuk BCZT dengan temperatur kalsinasi 1200°C, berdasarkan analisa kualitatif dengan menggunakan software Match!. Tanda  $\square$  adalah  $\text{BaZrO}_3$ ,  $\text{CaZrO}_3$ ,  $\text{BaTiO}_3$  dan  $\text{CaTiO}_3$  yang menempati tempat yang sama. Sehingga dikatakan bahwa fasa yang terbentuk tersebut adalah  $(\text{Ba}_{0,5}\text{Ca}_{0,5})(\text{Zr}_{0,5}\text{Ti}_{0,5})\text{O}_3$ , karena Ba bersubstitusi dengan Ca menempati posisi A dan Zr bersubstitusi dengan Ti menempati posisi B pada  $\text{ABO}_3$ .

Pola difraksi bubuk BCZT yang dikalsinasi pada temperatur 850°C, 900°C, 950°C, dan 980°C menunjukkan adanya fasa impuritas berupa  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{BaTiO}_3$ ,  $\text{CaTiO}_3$ ,  $\text{BaZrO}_3$  dan  $\text{CaZrO}_3$ . Sedangkan pola difraksi bubuk BCZT yang dikalsinasi pada temperatur 1200°C menunjukkan terbentuknya fasa  $\text{BaCaZrTiO}_3$  dengan fasa sekunder  $\text{BaTiO}_3$  dan  $\text{CaTiO}_3$ . Sehingga dapat disimpulkan bahwa BCZT terbentuk pada temperatur 1200°C.

Analisa kuantitatif pola difraksi sinar-X dilakukan dengan menggunakan software Rietica. Analisis Rietveld ini digunakan untuk mengetahui parameter kisi  $\text{BaCaZrTiO}_3$  dengan menggunakan model berupa data COD yang diperoleh dari situs *crystallography.net*. Analisa dengan menggunakan Rietica ini menghasilkan kristal perovskite ortorombik dengan paratemeter kisi seperti pada Tabel 1:



**Tabel 1. Parameter Kisi BCZT Dari Pola Difraksi Sinar-X Dengan Menggunakan Metode Rietveld**

Parameter	Nilai
Parameter kisi	a: 5,2614 Å ± 0,0088
	b: 5,8048 Å ± 0,0044
	c: 7,9454 Å ± 0,4591
Volume kisi	242,6692 Å <sup>3</sup> ± 0,4591
R <sub>p</sub>	32,24 %
R <sub>wp</sub>	21,20 %
GoF	0,4336 %
R <sub>B</sub>	0,12

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang didapatkan pada sintesis (Ba<sub>0,5</sub>Ca<sub>0,5</sub>)(Zr<sub>0,5</sub>Ti<sub>0,5</sub>)O<sub>3</sub> dengan metode reaksi padat ini, maka diambil beberapa kesimpulan bahwa BCZT terbentuk pada tempertaur 1200°C dengan fasa sekunder berupa BaTiO<sub>3</sub> dan CaTiO<sub>3</sub>. Analisa kuantitatif menghasilkan perovskite ortorombik dengan parameter kisi a: 5,2614 Å ± 0,0088; b: 5,8048 Å ± 0,0044; c: 7,9454 Å ± 0,4591.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Barsoum, M. W. 1997. *Fundamentals Of Ceramics*. Institute Of Physics Publishing: Bristol and Philadelphia.
- [2]. Wei Li, et. al. *Polymorphic phasetransition and piezoelectric properties of (Ba<sub>1-x</sub>Cax)(Ti<sub>0.95</sub>Zr<sub>0.05</sub>)O<sub>3</sub> lead-free ceramics*. Physica B Vol. 405 (2010) 4513–4516.
- [3]. Wei Li, et, al. *Structural and dielectric properties in the (Ba<sub>1-x</sub>Cax)(Ti<sub>0.95</sub>Zr<sub>0.05</sub>)O<sub>3</sub> ceramics*. Current Applied Physics. Vol. 12 (2012) 748-751.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Tuliskan ucapan terima kasih penulis ucapkan kepada Bp. Prof. Dr. Suasmoro, DEA selaku dosen pembimbing dan Kementrian Agama Republik Indonesia yang telah memberikan dukungan finansial melalui Program Beasiswa Santri Berprestasi tahun 2010-2014". Penelitian ini didanai oleh Hibah Penelitian Laboratorium BOPTN-ITS tahun 2013.